

45

1c670 U.S. PRO
09/167702
01/24/01



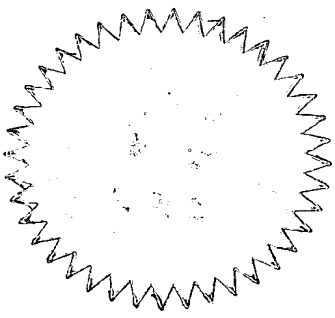
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 58296 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 10월 04일
Date of Application

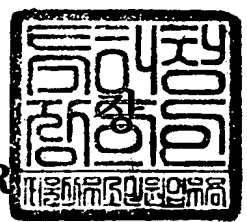
출원인 : 한국과학기술원
Applicant(s)



2000 년 12 월 26 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2000. 10. 04
【발명의 명칭】	중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈
【발명의 영문명칭】	Band-split bidirectional add/drop multiplexer and amplifier module with common mid-stage devices
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	이종일
【대리인코드】	9-1998-000471-4
【포괄위임등록번호】	2000-039220-2
【대리인】	
【성명】	조희연
【대리인코드】	9-2000-000220-0
【포괄위임등록번호】	2000-039231-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창희
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Hee
【주민등록번호】	610923-1657711
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110동 102호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김현덕
【성명의 영문표기】	KIM, Hyun Deok
【주민등록번호】	700502-1768715
【우편번호】	711-880
【주소】	대구광역시 달성군 유가면 유곡1리 272
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 신정훈
 【성명의 영문표기】 SHIN, Jeong Hun
 【주민등록번호】 751022-1768218
 【우편번호】 711-840
 【주소】 대구광역시 달성군 옥포면 간경리 490
 【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 오태원
 【성명의 영문표기】 OH, Tae Won
 【주민등록번호】 730718-1772313
 【우편번호】 704-342
 【주소】 대구광역시 달서구 송현2동 1910-45번지
 【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 조윤희
 【성명의 영문표기】 CHO, Yun Hee
 【주민등록번호】 760730-2017611
 【우편번호】 140-211
 【주소】 서울특별시 용산구 한남1동 568-228
 【국적】 KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이종일 (인) 대리인
 조희연 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20 면	29,000 원
【가산출원료】	15 면	15,000 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	14 항	557,000 원
【합계】		601,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관	
【감면후 수수료】	300,500 원	

【요약서】

【요약】

본 발명은 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈에 관한 것으로, 더 상세하게는 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기를 이용하여 양방향으로 진행하는 광신호가 동일한 중간단 소자를 경유하고, 다중반사를 효과적으로 억제할 수 있는 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈에 관한 것이다.

각각 하나의 입력(d_1, d_2), 출력(f_1, f_2), 공통 입/출력 단자(e_1, e_2)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와, 각각 하나의 입력(g_1, g_2), 출력 단자(h_1, h_2)를 가진 두개의 광단향관(Iso1, Iso2)과, 각각 하나의 입력(a_1, a_2), 출력(c_1, c_2), 입/출력 단자(b_1, b_2)를 가진 두개의 광 써클레이터(Cir1, Cir2)와, 파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 양방향 다중/역다중 수단과, 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자(12)를 포함하여 구성된다.

【대표도】

도 2

【색인어】

도파관열 격자 다중화기, 중간단 소자, 광 써클레이터, 광단향관, 단순양방향 광증폭기, 단방향 광증폭기, 파장선택 결합기

【명세서】

【발명의 명칭】

중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈
 {Band-split bidirectional add/drop multiplexer and amplifier module with common
 mid-stage devices}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈
 의 구성도이다.

도 3은 도 2을 구성하는 파장선택 결합기의 구현 종류에 따른 특성도이다.

도 4는 도 2을 구성하는 파장선택 결합기의 구현 종류에 따른 특성도이다.

도 5는 도 2에서 상대강도 잡음의 발생경로를 도시한 도면이다.

도 6은 도 2에서 상대강도 잡음의 발생경로를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈
 의 구성도이다.

도 8은 본 발명의 제3실시예에 따른 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈
 의 구성도이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10 : 도파관열 격자 다중화기 12 : 중간단 소자

Cir1,Cir2,Cir3 : 광 써큘레이터

Iso1,Iso2,Iso3,Iso4,Iso5,Iso6: 광단향관

OBPF1,OBPF2 : 대역통과 필터

SBOA1,SBOA2 : 단순양방향 광증폭기

UOA1,UOA2 : 단방향 광증폭기

WSC1,WSC2,WSC3,WSC4 : 파장선택 결합기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <17> 본 발명은 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈에 관한 것으로, 더 상세하게는 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기를 이용하여 양방향으로 진행하는 광신호가 동일한 중간단 소자를 경유하고, 다중반사를 효과적으로 억제할 수 있는 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈에 관한 것이다.
- <18> 파장분할 다중방식 광통신망에서는 광/전 및 전/광 변환없이 중간 지점인 각 노드에서 원하는 정보를 송/수신할 수 있으므로 통신망의 투명성과 신뢰성을 높이고 노드의 정보처리 용량을 Tb/s 이상으로 증가시킬 수 있다.
- <19> 특히, 환형 광통신망(ring network)은 메쉬(mesh)형의 전광전송망에 비해 비교적 간단한 방법으로 자기치유 기능을 구현할 수 있고 기존의 SONET망과 쉽게 연동될 수 있는 장점이 있다.
- <20> 이러한 자기치유 기능을 갖는 파장분할 다중방식 환형망으로는 2가닥의 광섬

유를 사용하는 단방향 환형 광통신망, 4가닥의 광섬유를 사용하는 양방향 환형 광통신망이 있다.

<21> 상기 양방향 환형 광통신망은 N개의 노드를 모두 상호 연결하기 위해 $(N^2-1)/8$ 개의 파장이 필요한 반면, 상기 단방향 환형 광통신망은 $N(N-1)/2$ 개의 파장이 소요되므로 상기 양방향 환형 광통신망은 단방향 환형 광통신망에 비해 파장의 이용 효율을 4배정도 향상시킬 수 있다.

<22> 또한, 양방향 환형 광통신망에서는 광신호가 통과하는 최대 노드수가 $(N-1)/2$ 인 반면, 단방향 환형 광통신망에서는 최대 $(N-1)$ 개의 노드를 통과해야 하므로 양방향 환형 광통신망은 단방향 환형 광통신망에 비해 광신호의 품질 저하를 줄일 수 있다.

<23> 하지만, 양방향 환형 광통신망에서는 2가닥의 운영(working)용 광섬유와 나머지 2가닥의 장애 대비(protection)용 광섬유가 필요하므로 2가닥의 광섬유를 사용하는 단방향 환형 광통신망에 비해 2배의 광섬유가 필요하다.

<24> 또 양방향으로 전달되는 광신호별로 별도의 단방향 애드/드롭 다중화기가 필요하므로 2배의 단방향 애드/드롭 다중화기가 요구되는 단점이 있다.

<25> 상술한 양방향 환형 광통신망의 단점을 극복하면서도 양방향 환형 광통신망의 잇점을 살리기 위해 최근 2가닥의 광섬유를 이용하는 양방향 환형 광통신망이 제안되었는바, 이 구조에서는 한 가닥만의 광섬유를 통해 서로 다른 방향으로 광신호를 양방향 전송하고, 각 노드에서는 양방향으로 전송되는 신호를 애드/드롭할 수 있는 양방향 애드/드롭 다중화기를 사용하게 되었다.

<26> 이러한 2가닥의 광섬유를 사용하는 양방향 환형 통신망에 적합한 애드/드롭 다중화

기가 종래에는 2개의 1 x N 다중화기를 이용하고, 각 채널마다 광증폭기를 사용하거나 광 써큘레이터(optical circulator)와 애드/드롭하려는 채널마다 광섬유 격자 필터들을 사용하는 등 소요되는 부품의 수가 많았다.

<27> 이러한 단점을 극복하기 위해 최근 하나의 N x N 다중화기를 사용한 간단한 구조의 양방향 애드/드롭 모듈이 제안되었는 바(대한민국 특허 출원번호 1998-0063, 발명의 명칭 : 하나의 도파관열 격자 다중화기를 이용한 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈), 도 1은 하나의 도파관열 격자 다중화기(10)를 사용하는 대역분할방식(band-split) 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈의 예이다.

<28> 도 1의 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈은 하나의 광섬유를 통해 양방향으로 진행하는 광신호를 파장별로 애드/드롭할 수 있고, 특히 양방향으로 진행하는 광신호의 파장이 서로 다른 대역에 위치하도록 대역분할방식으로 배치된 경우 사용된다.

<29> 상기 애드/드롭 광증폭기 모듈에 사용된 두개의 단순 양방향 광증폭기(SBOA(Single-stage Bidirectional Optical Amplifier)1, SBOA2)는 양방향으로 진행하는 광신호를 동시에 증폭할 수 있으며, 각 종 광소자나 전송용 광섬유에서 발생하는 광신호의 손실을 보상한다.

<30> 양방향 광통신망 및 광전송 장치에서는 광섬유에서 발생하는 레일리 역산란(Rayleigh back scattering)이나 소자의 광반사(optical reflection)에 의한 다중반사(multiple reflection)에 의해 광신호의 열화가 초래되는 데, 도 1의 양방향 애드/드롭 모듈은 이러한 다중 반사를 억제할 수 있도록 구현되었다.

<31> 즉, 한 방향으로 진행하는 다중화된 광신호들만 통과시키고(통과대역), 다른 방향

으로 진행하는 다중화된 광신호는 차단하는(차단대역) 신호전달 특성을 가지고 있으며, 상호 통과대역과 차단대역이 반대인 두개의 대역통과 필터(OBPF1,OBPF2)와 양방향으로 전달되는 신호들을 분리/결합하는 두개의 광 써큘레이터(Cir1, Cir2)를 사용하여 다중 반사광의 누적을 억제할 수 있도록 구현되었다.

<32> 한편, 광통신망과 광전송 장치의 용량증대를 위해 단위 채널의 전송속도를 높이고 사용되는 채널 수를 늘이거나 전송거리 확장을 위해 사용되는 광증폭기 수를 늘이기 위해서는 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 등이 사용되어야 한다.

<33> 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단으로는 분산보상 광섬유(Dispersion Compensating Fiber)가, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단으로 이득 평탄화 필터가(Gain Flattening Filter), 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단으로는 광증폭기 잡음제거 필터(ASE Rejection Filter)가 대표적으로 사용된다.

<34> 이러한 소자들은 광신호 대 잡음비 저하를 최소화하기 위해 일반적으로 광증폭기의 중간단에 삽입되는 바, 도 1의 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈에서는 분산보상 광섬유, 광증폭기 이득 평탄화기, 광증폭기 잡음제거 필터와 같은 중간단 소자들을 경제적으로 수용하는 데 문제가 있다.

<35> 예를 들어, 레일레이 역산란에 의한 광반사가 일반적인 단일모드 광섬유보다 훨씬 큰 분산보상 광섬유를 사용해야 할 경우, 도 1의 애드/드롭 모듈에서는 다중반사에 의한 신호의 열화를 방지하기 위해 반드시 양방향으로 진행하는 광신호별로 별도의 분산보상 광섬유를 사용해야 하고 이에 의해 색분산 보상을 위한 비용이 증가하는 문제점이 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<36> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기를 바탕으로 통신망 및 전송장치의 용량 증대와 전송거리 확장을 위해 사용되는 분산보상 광섬유와 광증폭기 이득 평탄화기, 광증폭기 잡음제거 필터 등의 중간단 소자를 효율적으로 수용할 수 있고, 동일한 중간단 소자를 양방향으로 진행하는 광신호가 공유하면서도 레일레이 역산란과 광반사를 효율적으로 억제할 수 있으며, 양방향으로 진행하는 광신호가 중간단 소자에서 서로 반대 방향으로 진행되어 신호의 열화를 최소화할 수 있는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기 및 광증폭기 모듈을 제공하는데 그 목적이 있다.

<37> 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기와, 두개의 광 써클레이터와, 두개의 파장선택 결합기와, 두개의 광단향관과, 하나의 중간단 소자를 포함한다.

<38> 상기 중간단 소자로는 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭의 잡음 누적을 억제하기 위한 수단이 사용된다.

【발명의 구성 및 작용】

<39> 이하 본 발명을 첨부된 도면 도 2 내지 도 8을 참고로 하여 설명하면 다음과 같다.

<40> 본 발명에 따른 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기는 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기(10), 두개의 광 써클레이터(Cir1,Cir2), 두개의 파장선택 결합기(WSC1,WSC2), 두개의 관향관(Iso1,Iso2)과 하나의 중간단 소자(12)로 구성된다.

<41> 상기 중간단 소자(12)는 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평

탄화하기 위한 수단, 광증폭기의 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 구성된다.

<42> 상기 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기(10)는 폴드백(fold-back) 형태로 연결되며 파장분할 다중화된 신호들의 역다중화와 다중화를 동시에 행한다.

<43> 상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와 광 써큘레이터(Cir1, Cir2)는 양방향으로는 진행하는 광신호를 분리하거나 결합한다.

<44> 상기 양방향 애드/드롭 다중화기 구성을 좀 더 자세하게 살펴보면, 각각 하나의 입력(d_1, d_2), 출력(f_1, f_2), 공통 입/출력 단자(e_1, e_2)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와, 각각 하나의 입력(g_1, g_2), 출력 단자(h_1, h_2)를 가진 두개의 광단향관(Iso1, Iso2)과, 각각 하나의 입력(a_1, a_2), 출력(c_1, c_2), 입/출력 단자(b_1, b_2)를 가진 두개의 광 써큘레이터(Cir1, Cir2)와, 파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기(10)와, 광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자(12)를 포함하여 구성된다.

<45> 그 연결은 상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 출력 단자(f_1, f_2)는 상기 광 써큘레이터(Cir1, Cir2)의 입력 단자(a_1, a_2)에 연결되고, 상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 입력 단자(d_1, d_2)는 상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 출력 단자(h_1, h_2)에 연결되고, 상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 입력 단자(g_1, g_2)는 상기 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기(10)의 출력단자에 연결되고, 상기 광써큘레이터(Cir1, Cir2)의 출력단자(c_1, c_2)는 상기 $N \times N$ 도

파관열 격자 다중화기(10)의 입력단자에 연결되어 상기 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기(10)로 다중화된 하향/상향 신호를 제공하고, 상기 광 써클레이터(cir1, Cir2)의 입/출력 단자(b1, b2)는 상기 중간단 소자(12)의 입/출력 단자에 각각 연결된다.

<46> 상기 두 개의 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 공통 입/출력 단자(e1, e2)에 광단향관이 없고 양방향으로 진행하는 광신호를 동시에 증폭할 수 있는 단순 양방향 광증폭기(SBOA1, SBOA2)들을 연결하면 양방향으로 진행하는 광신호의 애드/드롭과 증폭을 동시에 수행할 수 있는 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈이 구성된다.

<47> 또 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈에 사용되는 각 소자들의 삽입손실을 보상하기 위해 상기 두개의 광 써클레이터(Cir1, Cir2)의 출력단자(c1, c2)와 상기 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기의 입력단자 단자사이에 단방향 광증폭기(UOA1, UOA2)를 첨가할 수 있다.

<48> 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈을 16×16 도파관열 격자 다중화기(10)를 이용하여 구현한 예를 나타내고 있는 것으로, 좌측에서 우측으로 진행하는 하향신호와 우측에서 좌측으로 진행하는 상향신호가 각각 7개씩이고 하향신호와 상향신호는 대역분할방식으로 배치된다.

<49> 도 2에서 좌측에서 우측으로 진행하는 하향신호는 첫번째 단순 양방향 광증폭기(SBOA1)에서 증폭된 후, 첫번째 파장선택 결합기(WSC1)와 첫번째 광 써클레이터(Cir1)를 거쳐 중간단 소자(12)로 입력된다.

<50> 중간단 소자(12)를 통과한 하향신호는 두번째 광 써클레이터(Cir2)를 통과한 후, 첫번째 단방향 광증폭기(UOA1, Unidirectional Optical Amplifier 1))에서 증폭되어 도파관열 격자 다중화기(10)의 우측 2번 단자에 연결된다.

- <51> 우측 2번 단자에 입력된 하향신호는 역다중화되어 파장별로 도파관열 격자 다중화기(10)의 좌측 1,2,3,4,5,6,7번 단자로 각각 출력된다.
- <52> 역다중화된 신호중에서 해당노드에서 수신되어야 할 신호는 좌측 1번 단자의 경우처럼 드롭되고, 해당 노드에서 수신될 필요가 없는 신호들은 도파관열 격자 다중화기(10)의 좌측 10,11,12,13,14,15번 단자로 각각 다시 입력(fold-back)된다.
- <53> 또, 드롭된 신호와 같은 파장의 신호는 도파관열 격자 다중화기(10)의 좌측 9번 단자를 통해 애드된다.
- <54> 상기 도파관열 격자 다중화기(10)로 다시 입력되거나 애드된 신호들은 도파관열 격자 다중화기(10)에 의해 다중화되어 우측 10번 단자로 출력된 후, 두번째 광단향관(Iso2)과 두번째 파장선택 결합기(WSC2)를 통해 두번째 단순 양방향 광증폭기(SBOA2)에서 증폭된 후, 우측으로 진행한다.
- <55> 또한 우측에서 좌측으로 진행하는 상향신호는 두번째 단순 양방향 광증폭기(SBOA2)에서 증폭된 후, 두번째 파장선택 결합기(WSC2)와 두번째 광 써클레이터(Cir2)를 거쳐 중간단 소자(12)로 입력된다.
- <56> 중간단 소자(12)를 통과한 상향신호는 첫번째 광 써클레이터(Cir1)를 통과한 후, 두번째 단방향 광증폭기(UOA2)에서 증폭되어 도파관열 격자 다중화기(10)의 좌측 8번 단자에 연결된다.
- <57> 좌측 8번 단자에 입력된 상향신호는 역다중화되어 파장별로 도파관열 격자 다중화기(10)의 우측 3,4,5,6,7,8,9번 단자로 각각 출력된다.
- <58> 역다중화된 신호중에서 해당노드에서 수신되어야 할 신호는 우측 9번 단자의 경우

처럼 드롭되고, 해당 노드에서 수신될 필요가 없는 신호들은 도파관열 격자 다중화기(10)의 우측 11,12,13,14,15,16번 단자로 각각 다시 입력(fold-back)된다.

<59> 또, 드롭된 신호와 같은 파장의 신호는 도파관열 격자 다중화기(10)의 우측 1번 단자를 통해 애드된다.

<60> 상기 도파관열 격자 다중화기(10)로 다시 입력되거나 애드된 신호들은 도파관열 격자 다중화기(10)에 의해 다중화되어 좌측 16번 단자로 출력된 후, 첫번째 광단향관(Iso1)과 첫번째 파장선택 결합기(WSC1)를 통해 첫번째 단순 양방향 광증폭기(SBOA1)에서 증폭된 후, 좌측으로 진행한다.

<61> 상술한 바와 같이 제1실시예에서 동일한 중간단 소자(12)를 상향신호와 하향신호가 경유하면서 상기 중간단 소자 내에서 상향신호와 하향신호가 서로 반대 방향으로 진행함을 알 수 있고, 이에 의해 각 방향별로 별도의 중간단 소자를 사용하는 경우에 비해 경제적이면서 중간단 소자에서 발생하는 광비선형성에 의한 신호 열화를 줄일 수 있다.

<62> 상기 제1실시예에서 사용된 단순 양방향 광증폭기(SBOA1, SBOA2)는 광섬유와 광소자 등에서 발생하는 손실을 보상하며, 양방향으로 진행하는 하향신호와 상향신호를 동시에 증폭에 증폭한다.

<63> 상상기 단방향 광증폭기(UOA1, UOA2)는 분산보상 광섬유와 같이 손실이 큰 중간단 소자(12)를 사용할 경우에 광신호의 손실을 보상하는 데, 단순 양방향 광증폭기(SBOA1, SBOA2)와는 달리 특정방향으로 전달되는 광신호만을 증폭하고 다른 방향으로 전달되는 광신호는 차단한다.

<64> 상기 단순 양방향 광증폭기(SBOA1, SBOA2)와 단방향 광증폭기(UOA1, UOA2)는 반도체

광증폭기(semiconductor optical amplifier), 에르븀(Er), 플레시오디뮴(Pr), 툴륨(Tm) 등을 이용한 각종 희토류첨가 광섬유 증폭기, 라만(Raman) 광증폭기 중에서 어느 하나이다.

<65> 상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)는 도 3에 보인 바와 같이 파장이 서로 다른 대역에 할당된 두 그룹의 광신호를 분리하거나 결합할 수 있는 특성을 가지고 있고, 이와 같은 특성을 지닌 대표적인 예로는 파장 분할 다중화기(wavelength division multiplexer)를 들 수 있다

<66> 상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와 동일한 특성을 가지게 파장선택 결합기(WSC1 또는 WSC2)를 도 4에서 처럼 하나의 광써클레이터(Cir3)와 두개의 대역통과필터(OBPF1, OBPF2)로 구현할 수 있다.

<67> 이 경우 사용되는 대역통과필터(OBPF1, OBPF2)는 통과대역과 차단대역이 서로 반대이다.

<68> 즉, 상기 파장선택 결합기(WSC1 또는 WSC2)는 하나의 입력(d3), 출력(f3), 입/출력 단자(e3)를 가진 하나의 광써클레이터(Cir3)와, 하나의 입력(j1), 출력 단자(k1)를 가지며 특정 파장대역의 광신호는 통과시키고 다른 파장대역의 광신호는 차단하는 대역통과필터(OBPF1)와, 하나의 입력(j2), 출력 단자(k2)를 가지며 상기 대역통과필터(OBPF1)와 통과 및 차단대역이 반대인 대역통과필터(OBPF2)로 구성되어, 상기 광 써클레이터(Cir3)의 출력 단자(f3)는 상기 대역통과필터(OBPF1)의 입력 단자(j1)에 연결되고, 상기 광 써클레이터(Cir3)의 입력 단자(d3)는 상기 대역통과필터(OBPF2)의 출력 단자(k2)에 연결된다.

- <69> 도 5 및 도 6은 도 2의 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈에서 다중반사와 누화(crosstalk)에 의한 상대강도 잡음(relative intensity noise)의 발생 경로를 도시한 것으로, 간략하게 하기 위하여 좌측에서 우측으로 진행하는 하향신호의 한 파장에 대해서만 도시한 것이다.
- <70> 여기에서 R_s 는 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈의 입/출력 단자에서 측정된 전송용 광섬유의 광반사율을 나타내며, 전송용 광섬유의 레일레이 역산란에 의한 광반사를 포함한다.
- <71> 도 2에서 발생하는 주요한 상대강도 잡음은 두가지 형태가 있는 바, 첫번째 상대강도 잡음은 도 5에 보인 바와 같이 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈의 우측에 연결된 전송용 광섬유와 중간단 소자(12)에서의 반사에 의해 발생된다.
- <72> 이 경로에서는 하향신호가 전송용 광섬유에서 R_s 만큼 반사된 후, 단순 양방향 광증폭기(SBOA2)에서 증폭되고 파장선택 결합기(WSC2)에서 누화된 후 광써클레이터(Cir2)를 거쳐, 다시 중간단(12) 소자에서 반사되어 하향신호와 합쳐져서 하향신호의 경로를 따라 진행함으로써 발생된다.
- <73> 이 경로에서 발생하는 상대강도 잡음은 파장선택 결합기(WSC2)에서 한번 감쇄(attenuation)된다.
- <74> 두번째 상대강도 잡음은 도 6에 보인 바와 같이 중간단 소자(12)의 반사와 도파관 열 격자 다중화기(10)의 누화에 의해 발생된다.
- <75> 이 경우 중간단 소자(12)에서 반사된 신호가 광 써클레이터(Cir1)와 단방향 광증폭기(UOA2)를 거쳐 도파관열 격자 다중화기(10)의 좌측 8번 단자로 입력되고 우측 10번 단

자로 누화되면서 원래 신호와 합쳐진다.

<76> 이 경로에서 발생하는 상대강도 잡음은 도파관열 격자 다중화기(10)에서 한번 감쇄된다.

<77> 이와 같이 본 발명에 따른 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈에서의 상대강도 잡음은 도파관열 격자 다중화기(10) 또는 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)에서 적어도 한번 감쇄되어, 양방향 광전송장치와 통신망의 제한 요인인 다중반사에 의한 상대강도 잡음을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 분산보상 광섬유와 같은 레일레이 역산란과 광반사가 큰 중간단 소자(12)를 사용하더라도 이들에 의한 상대강도 잡음의 누적을 줄일 수 있다.

<78> 도 2에 사용된 동일한 소자들을 사용하여 도 7과 같은 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈을 구현할 수도 있는 것으로 이 제2실시예에서는 도 2의 제1실시예와는 달리 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈로 입력되는 광신호들이 먼저 다중화와 역다중화를 수행하는 하나의 도파관열 격자 다중화기(10)를 통과한 후, 중간단 소자(12)를 통과하게 된다.

<79> 도 5, 도 6은 도 2의 상대강도 잡음을 나타낸 것이지만 도 7의 양방향 광증폭기 모듈에서 발생하는 상대강도 잡음도 이와 동일하다.

<80> 또한 도 5, 도 6에 의한 상대강도 잡음은 도 2에 사용된 각각의 광써클레이터(Cir1,Cir2)를 각각 한개의 파장선택 결합기(WSC3,WSC4)와 2개의 광단향관((Iso3,Iso4),(Iso5,Iso6))으로 대체하여 더욱 줄일 수 있는 것으로 도 8은 이와 같은 본발명의 제3실시예이다

<81> 즉, 도 2의 첫번째 광 써클레이터(Cir1)는 하나의 파장선택 결합기(WSC3)와 두개의 광단향관(Iso3,Iso4)으로, 두번째 광 써클레이터(Cir2)는 하나의 파장선택 결합기(WSC4)

와 두개의 광단향관(Iso5,Iso6)으로 대체되어, 이에 의해 중간단 소자(12)의 반사에 의해 발생하는 상대강도 잡음을 줄일 수 있다.

<82> 도 5 및 도 6에 발생하는 상대강도 잡음이 대체된 파장선택 결합기(WSC3,WSC4)에 의해 한번 더 감쇄되어 상대강도 잡음을 줄일 수 있는 것이고, 이와 같은 방법으로 도 7과 같은 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈(제 2 실시예)에서 발생하는 상대강도 잡음도 줄일 수 있는 것이다.

<83> 상기 파장선택 결합기(WSC3,WSC4)는 도 2 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)처럼 파장이 서로 다른 대역에 할당된 두 그룹의 광신호를 분리하거나 결합할 수 있는 특성을 가지고 있고, 이와 같은 특성을 지닌 대표적인 예로는 도 3에 보인 바와 같은 신호전달 특성을 가진 파장 분할 다중화기를 들 수 있으며 도4에 보인 바와 같이 하나의 광써클레이터(Cir3)와 두개의 대역통과필터(OPBF1,OPBF2)로 구현할 수 있다.

<84> 이 경우 사용되는 대역통과필터(OPBF1,OPBF2)는 통과대역과 차단대역이 서로 반대이다.

<85> 본발명의 제1실시예 또는 제2실시예에서는 16 x 16 도파관열 격자 다중화기를 사용하여 최대 7개의 상향/하향 신호를 수용할 수 있는 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈을 구현하였다.

<86> 일반적으로 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기를 사용할 경우, N 이 짝수면 각 방향으로 최대 $N/2-1$ 개의 광신호를 수용할 수 있고, N 이 홀수면 각 방향으로는 최대 $(N-1)/2-1$ 개의 광신호를 수용할 수 있다.

<87> 한편, 본발명의 제1실시예, 제2실시예 또는 제3실시예에 따른 양방향 애드/드롭 광

증폭기 모듈에서 양방향으로 진행하는 기존의 신호 외에 도파관열 격자 다중화기(10)의 독립스펙트럼 영역(free spectral range)의 정수배 만큼 떨어진 신호를 추가로 전송하여 애드/드롭할 수 있으며, 이 경우 수용할 있는 최대 광신호 수가 증가하게 된다.

<88> 따라서 향후 전송할 정보량이 증가할 경우 저가의 다중화기와 역다중화기의 추가만으로 신호 용량을 증가시킬 수 있다.

<89> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈은 양방향으로 진행하는 광신호가 중간단 소자(12)를 공유하므로 광통신망의 전송속도를 높이거나 채널 수를 높일 경우 색분산 보상과 광증폭기의 이득 평탄화를 경제적으로 수행할 수 있고, 특히 양방향으로 진행하는 광신호가 중간단 소자(12) 내에서 양방향으로 진행하므로 분산보상 광섬유와 같은 중간단 소자(12)에서 발생하는 비선형 현상을 줄일 수 있다.

<90> 또한 본 발명에 따른 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈에서는 전송용 광섬유, 색분산 보상 광섬유, 그리고 각종 광소자에서 발생하는 레일레이 역산란과 소자의 광반사에 의해 유발되는 다중 반사광을 억제할 수 있도록 구성되어 있으므로 하나의 광섬유를 통해 양방향으로 광신호를 전달하면서도 다중반사에 의한 열화를 최소화 할 수 있다.

<91> 상기 특성에 의해 본발명에 따른 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈을 사용한 광통신은 경제적으로 용량을 증가시킬 수 있으며, 망의 확장성(노드 수와 전송 거리)을 보장할 수 있는 것이다.

【발명의 효과】

<92> 이상에서와 같이 본 발명에 의하면, 하나의 $N \times N$ 도파관열 격자 다중화기를 바탕으로 통신망 및 전송장치의 용량 증대와 전송거리 확장을 위해 사용되는 분산보상 광섬

유와 광증폭기 이득 평탄화기, 광증폭기 잡음제거 필터 등의 중간단 소자를 효율적으로 수용할 수 있고, 하나의 중간단 소자를 양방향으로 진행하는 광신호가 공유하면서도 레일리 역산란과 광반사를 효율적으로 억제할 수 있으며, 양방향으로 진행하는 광신호가 중간단 소자에서 서로 반대 방향으로 진행되어 신호의 열화를 최소화할 수 있는 유용한 발명인 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

각각 하나의 입력(d_1, d_2), 출력(f_1, f_2), 공통 입/출력 단자(e_1, e_2)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와,

각각 하나의 입력(g_1, g_2), 출력 단자(h_1, h_2)를 가진 두개의 광단향관(Iso1, Iso2)과,

각각 하나의 입력(a_1, a_2), 출력(c_1, c_2), 입/출력 단자(b_1, b_2)를 가진 두개의 광 씨클레이터(Cir1, Cir2)와,

파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 양방향 다중/역다중 수단과,

광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자(12)를 포함하며,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 출력 단자(f_1, f_2)는 상기 광 씨클레이터(Cir1, Cir2)의 입력 단자(a_1, a_2)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 입력 단자(d_1, d_2)는 상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 출력 단자(h_1, h_2)에 연결되고,

상기 광단향관(Iso1,Iso2)의 입력 단자(g1,g2)는 다중화된 하향신호 및 상향신호를 각각 출력하는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 출력 단자에 각각 연결되고,

상기 광써클레이터(Cir1,Cir2)의 출력 단자(c1,c2)는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 입력단자에 연결되어 상기 양방향 다중/역다중 수단으로 다중화된 하향/상향 신호를 제공하고,

상기 광 써클레이터(Cir1,Ci2)의 입/출력 단자(b1,b2)는 상기 중간단 소자(12)의 입/출력 단자에 각각 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 2】

각각 하나의 입력(d1,d2), 출력(f1,f2), 공통 입/출력 단자(e1,e2)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)와,

각각 하나의 입력(g1,g2), 출력 단자(h1,h2)를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)과,

각각 하나의 입력(a1,a2), 출력(c1,c2), 입/출력 단자(b1,b2)를 가진 두개의 광 써클레이터(Cir1,Cir2)와,

파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 양방향 다중/역다중 수단과,

광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수

단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자(12)를 포함하며,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 입력 단자(d1, d2)는 상기 광 써클레이터 (Cir1, Cir2)의 출력 단자(c1, c2)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 출력 단자(f1, f2)는 상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 입력 단자(g1, g2)에 연결되고,

상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 출력 단자(h1, h2)는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 입력단자에 연결되어 상기 양방향 다중/역다중 수단으로 다중화된 하향/상향 신호를 제공하고,

상기 광 써클레이터(Cir1, Cir2)의 입력 단자(a1, a2)는 다중화된 하향신호 및 상향 신호를 각각 출력하는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 출력 단자에 각각 연결되고,

상기 광 써클레이터(Cir1, Ci2)의 입/출력 단자(b1, b2)는 상기 중간단 소자(12)의 입/출력 단자에 각각 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 3】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 양방향으로 진행하는 상향/하향 광신호가 중간단 소자(12)를 서로 반대 방향으로 통과함을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 4】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 양방향 다중/역다중 수단은 도파관열 격자

다중화기(10)인 것을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 5】

청구항 4에 있어서, 상기 해당 노드에 드롭되는 광신호와 해당 노드로부터 애드되는 광신호는 도파관열 격자 다중화기(10)의 독립 스펙트럼 영역의 정수배만큼 떨어진 파장들이 다중된 신호인 것을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 6】

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 광써클레이터(Cir1,Cir2)는 파장선택 결합기(WSC3,WSC4)와 광단향관((Iso3,Iso4),(iso5,Iso6))으로 구성됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 7】

청구항 1, 청구항 2 또는 청구항 6에 있어서, 상기 파장선택 결합기(WSC1,WSC2,WSC3,WSC4)는 파장 분할 다중화기인 것을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 8】

청구항 1, 청구항 2 또는 청구항 6에 있어서, 상기 파장선택 결합기(WSC1,WSC2,WSC3,WSC4)는 하나의 입력(d3), 출력(f3), 입/출력 단자(e3)를 가진 하나의 광써클레이터(Cir3)와,

하나의 입력(j1), 출력 단자(k1)를 가지며 특정 파장대역의 광신호는 통과시키고 다른 파장대역의 광신호는 차단하는 대역통과필터(OBPF1)와,

하나의 입력(j2), 출력 단자(k2)를 가지며 상기 대역통과필터(OBPF1)와 통과 및 차단대역이 반대인 대역통과필터(OBPF2)로 구성되어,

상기 광 써클레이터(Cir3)의 출력 단자(f3)는 상기 대역통과필터(OBPF1)의 입력 단자(j1)에 연결되고, 상기 광 써클레이터(Cir3)의 입력 단자(d3)는 상기 대역통과필터(OBPF2)의 출력 단자(k2)에 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 다중화기.

【청구항 9】

각각 하나의 입력(d1,d2), 출력(f1,f2), 공통 입/출력 단자(e1,e2)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)와,

각각 하나의 입력(g1,g2), 출력 단자(h1,h2)를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)과,

각각 하나의 입력(a1,a2), 출력(c1,c2), 입/출력 단자(b1,b2)를 가진 두개의 광 써클레이터(Cir1,Cir2)와,

파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 양방향 다중/역다중 수단과,

광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광

증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자 (12)를 포함하며,

상기 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)의 출력 단자(f1,f2)는 상기 광 써클레이터 (Cir1,Cir2)의 입력 단자(a1,a2)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC1,WSC2)의 입력 단자(d1,d2)는 상기 광단향관(Iso1,Iso2)의 출력 단자(h1,h2)에 연결되고,

상기 광단향관(Iso1,Iso2)의 입력 단자(g1,g2)는 다중화된 하향신호 및 상향신호를 각각 출력하는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 출력 단자에 각각 연결되고,

상기 광써클레이터(Cir1,Cir2)의 출력 단자(c1,c2)는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 입력단자에 연결되어 상기 양방향 다중/역다중 수단으로 다중화된 하향/상향 신호를 제공하고,

상기 광 써클레이터(Cir1,Ci2)의 입/출력 단자(b1,b2)는 상기 중간단 소자(12)의 입/출력 단자에 각각 연결되,

상기 파장 선택 결합기(WSC1, WSC2)의 공통 입/출력 단자(e1,e2)에 각각 상향/하향 신호를 동시에 증폭하는 단순 양방향 광증폭기(SBOA1,SBOA2)가 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【청구항 10】

청구항 9에 있어서, 상기 광 써클레이터(Cir1, Cir2) 출력단자(c1, c2)에 상기 하향/상향 신호를 각각 증폭하는 단방향 광증폭기(UOA1,UOA2)가 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【청구항 11】

각각 하나의 입력($d1, d2$), 출력($f1, f2$), 공통 입/출력 단자($e1, e2$)를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)와,

각각 하나의 입력($g1, g2$), 출력 단자($h1, h2$)를 가진 두개의 광단향관(Iso1, Iso2)과,

각각 하나의 입력($a1, a2$), 출력($c1, c2$), 입/출력 단자($b1, b2$)를 가진 두개의 광 씨클레이터(Cir1, Cir2)와,

파장분할 다중된 상향/하향 광신호를 파장별로 역다중하여 원하는 파장의 광신호를 드롭시키고, 해당 노드를 통과하는 광신호와 상기 해당 노드에서 애드된 광신호를 다중하여 다중화된 통과/애드 광신호를 진행방향으로 출력하는 양방향 다중/역다중 수단과,

광섬유의 색분산 보상을 위한 수단, 광증폭기의 이득을 평탄화하기 위한 수단, 광증폭기 잡음 누적을 억제하기 위한 수단 또는 이들의 결합으로 이루어진 중간단 소자(12)를 포함하며,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 입력 단자($d1, d2$)는 상기 광 씨클레이터(Cir1, Cir2)의 출력 단자($c1, c2$)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC1, WSC2)의 출력 단자($f1, f2$)는 상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 입력 단자($g1, g2$)에 연결되고,

상기 광단향관(Iso1, Iso2)의 출력 단자($h1, h2$)는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 입력단자에 연결되어 상기 양방향 다중/역다중 수단으로 다중화된 하향/상향 신호를 제

공하고,

상기 광 써클레이터(Cir1,Cir2)의 입력 단자(a1,a2)는 다중화된 하향신호 및 상향신호를 각각 출력하는 상기 양방향 다중/역다중 수단의 출력 단자에 각각 연결되고,

상기 광 써클레이터(Cir1,Ci2)의 입/출력 단자(b1,b2)는 상기 중간단 소자(12)의 입/출력 단자에 각각 연결되되,

상기 파장 선택 결합기(WSC1, WSC2)의 공통 입/출력 단자(e1,e2)에 각각 상향/하향신호를 동시에 증폭하는 단순 양방향 광증폭기(SBOA1,SBOA2)가 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【청구항 12】

청구항 11에 있어서, 상기 광 써클레이터(Cir1, Cir2) 입력단자(a1, a2)에 상기 하향/상향 신호를 각각 증폭하는 단방향 광증폭기(UOA1,UOA2)가 연결됨을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【청구항 13】

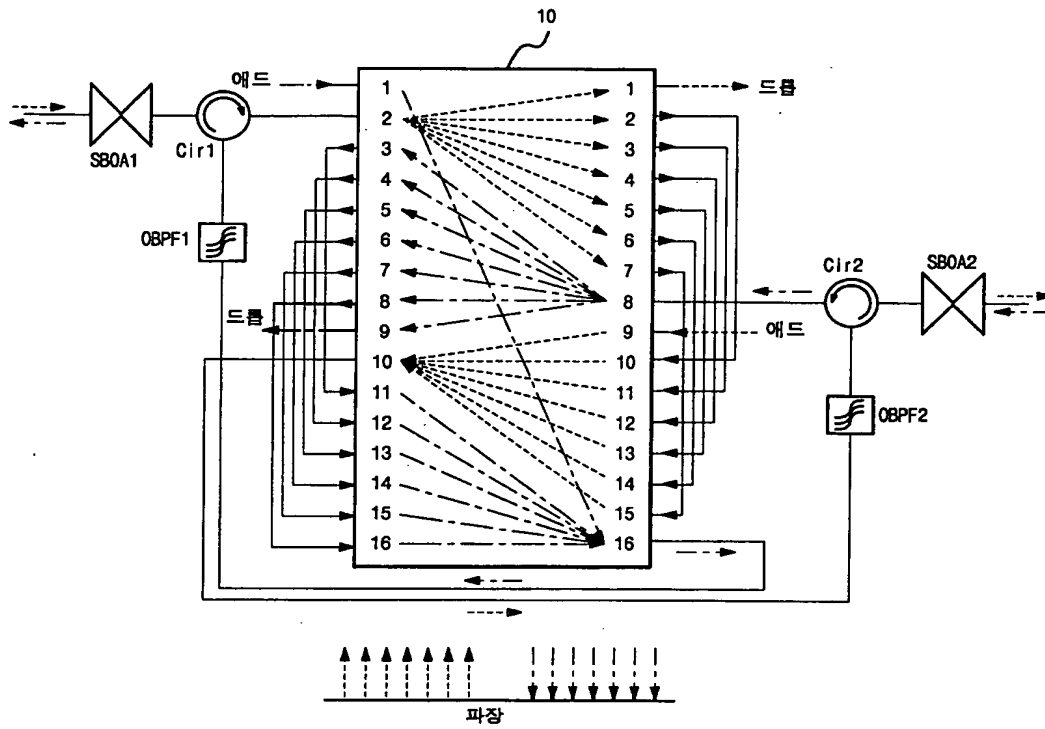
청구항 9 또는 청구항 11에 있어서, 상기 단순 양방향 광증폭기(SBOA1,SBOA2)는 반도체 광증폭기, 희토류첨가 광섬유 증폭기, 라만 광증폭기 중에서 어느 하나인 것을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【청구항 14】

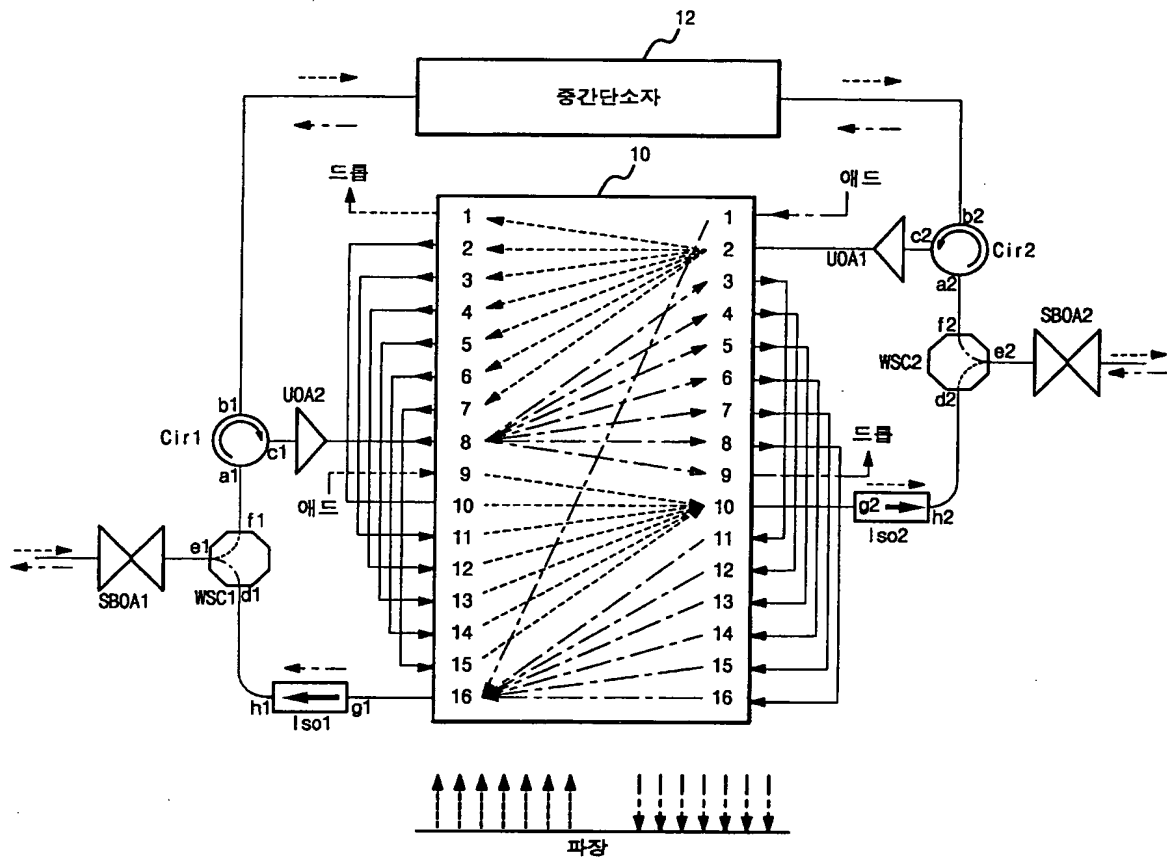
청구항 10 또는 청구항 12에 있어서, 상기 단방향 광증폭기(UOA1,UOA2)는 반도체 광증폭기, 희토류첨가 광섬유 증폭기, 라만 광증폭기 중에서 어느 하나인 것을 특징으로 하는 중간단소자를 공유하는 대역분할방식 양방향 애드/드롭 광증폭기 모듈.

【도면】

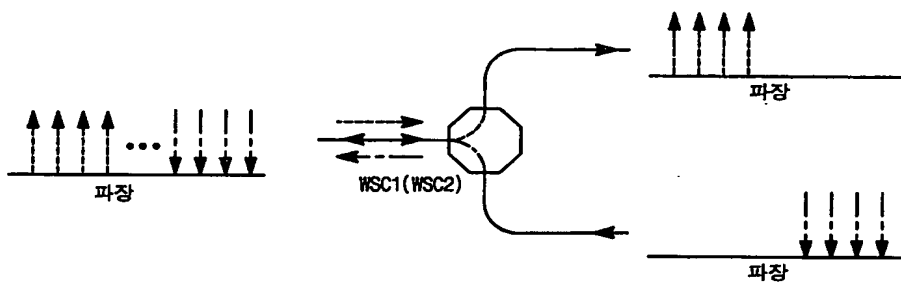
【도 1】



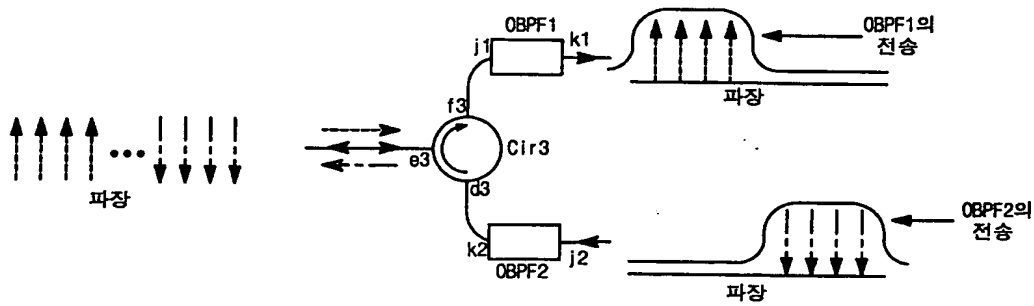
【도 2】



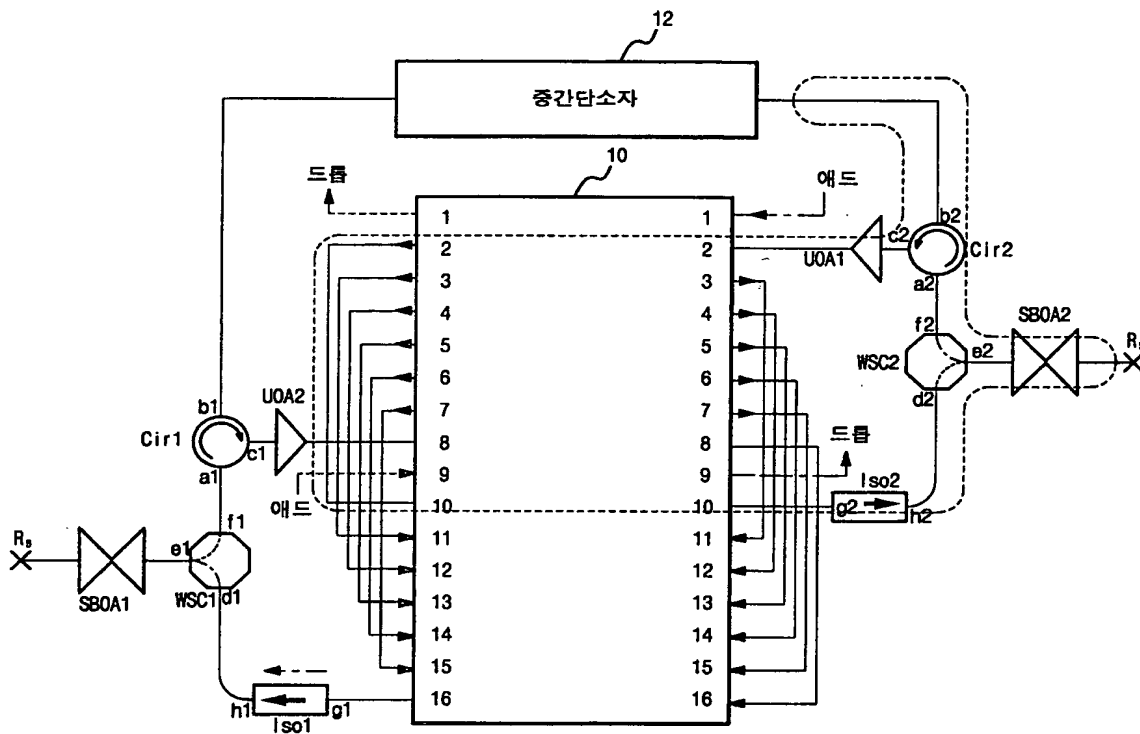
【도 3】



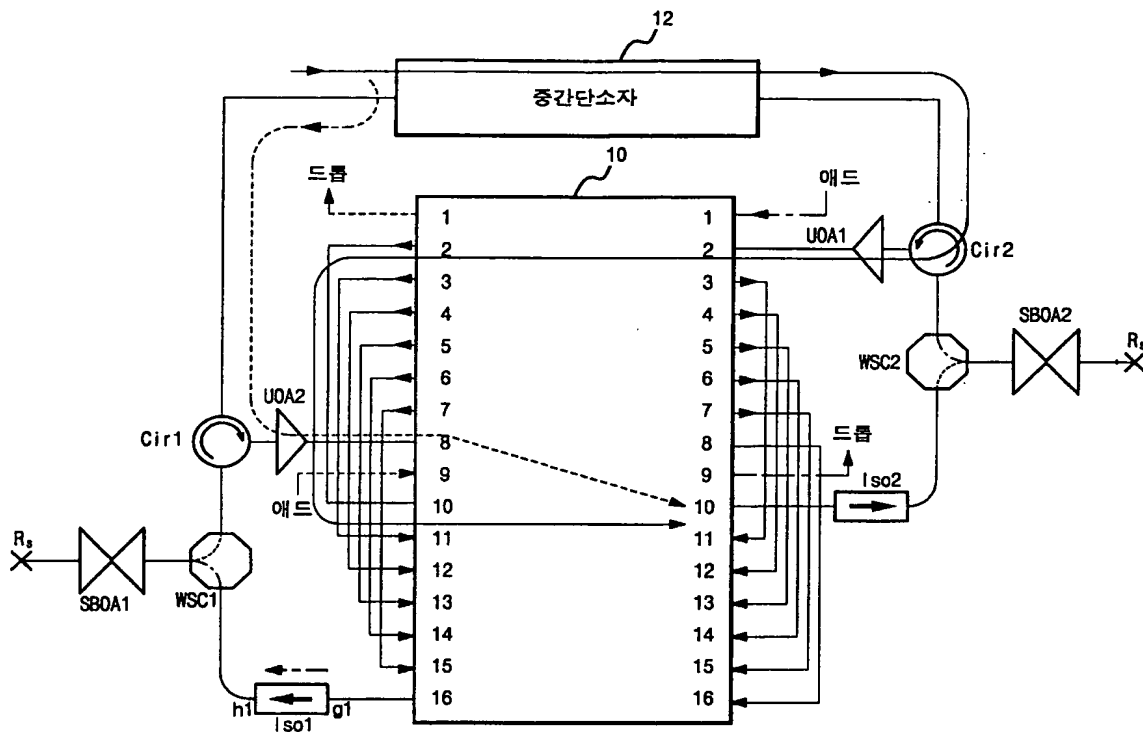
【도 4】



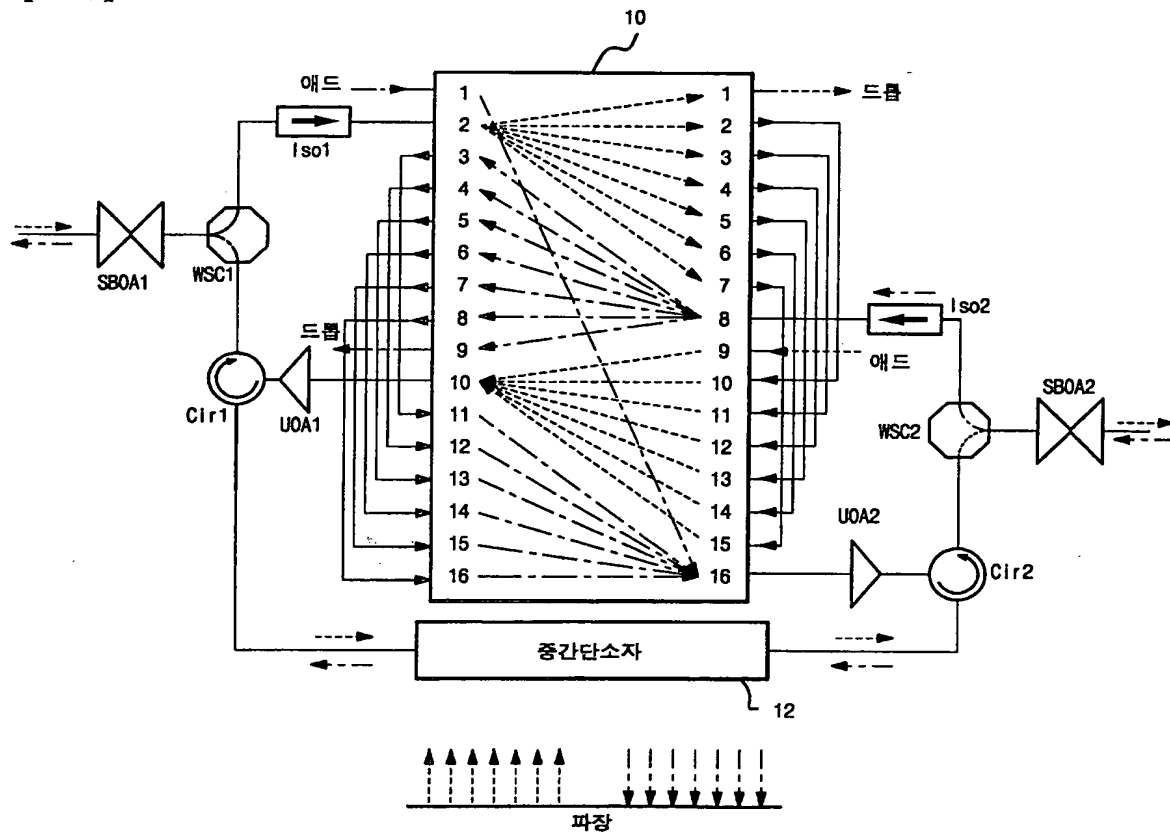
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

